

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-57-50>

УДК 338.2: 620.95(075.8)

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ НА ПОЛІГОНАХ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF BIOGAS PRODUCTION AT HOUSEHOLD SOLID WASTE LANDFILLS

**Фурман Ірина Володимирівна**

кандидат економічних наук, доцент,  
Вінницький національний аграрний університет  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9923-555X>

**Уровський Олександр Сергійович**

магістрант,  
Вінницький національний аграрний університет  
ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-4242-3679>

**Furman Iryna, Urovsky Oleksandr**  
Vinnytsia National Agrarian University

Визначено, що одним з першочергових завдань місцевих рад є вирішення питання утилізації та переробки відходів на полігонах твердих побутових відходів. Констатовано, що розвиток сільських територій на засадах зеленої економіки є важливою частиною Спільної сільськогосподарської політики Європейського Союзу, яка зміцнює соціальну, екологічну та економічну стійкість сільських територій. Визначено, що одним із основних напрямів підвищення ефективності процесу енергозабезпечення є очищення біогазу від домішок з отриманням повноцінного біометану, який в подальшому може бути використаний у вигляді палива для когенераційних установок та газових двигунів внутрішнього згоряння, або ж для традиційного споживання населенням через національну газотранспортну систему (ГТС) чи продажу в зрідженому вигляді. Констатовано, що для успішного втілення практики ефективного поводження з відходами громад розроблені пропозиції з урахуванням успішного українського кейсів окремих громад, а також враховано енергетичний напрям – виробництво RDF-палива та біогазу – що особливо актуально сьогодні при дефіциті енергетичних ресурсів у громадах у зв'язку з постійними військовими атаками на енергетичну інфраструктуру України.

**Ключові слова:** тверді побутові відходи, біогаз, біопаливо, стратегія, біоенергетика, територіальні громади.

The object of the study is a set of theoretical, methodological and applied aspects regarding the development of biogas production projects at solid household waste landfills. The subject of the study is the peculiarities of the development of strategic directions for the development of biogas production from household waste. The purpose of the study is to develop a set of recommendations for improving planning strategies for the development of biogas production from solid household waste. The theoretical and methodological basis of this study are the following methods and techniques: dialectical and abstract-logical; monographic; statistical; comparison, grouping, graphic, etc. The methodological basis of the research is the basic provisions of economic theory, scientific developments of domestic and foreign scientists on this subject, legislative and regulatory acts of Ukraine. It was determined that the creation of regional bioenergy clusters contributes to the development of innovativeness of the agricultural sector, which in turn is a mechanism for transforming the factor-oriented model of the country's economy into a more progressive, innovation-oriented one. It was determined that one of the primary tasks of local councils is to resolve the issue of disposal and processing of waste at solid household waste landfills. It was established that the development of rural areas on the basis of the green economy is an important part of the Common Agricultural Policy of the European Union, which strengthens the social, ecological and economic sustainability of rural areas. It was determined that one of the main directions of increasing the efficiency of the energy supply process is the purification of biogas from impurities to obtain full-fledged biomethane, which can be used as fuel for cogeneration plants and internal combustion gas engines, or for traditional consumption by the population through the national gas transport system or sale in liquefied form. It was established that for the successful implementation of the practice of effective

community waste management, proposals were developed taking into account the successful Ukrainian cases of individual communities, as well as taking into account the energy direction – the production of RDF fuel and biogas – which is especially relevant today when there is a shortage of energy resources in communities due to constant military attacks on the energy infrastructure of Ukraine.

**Key words:** solid household waste, biogas, biofuel, strategy, bioenergy, territorial communities.

**Постановка проблеми.** Війна з РФ вплинула й змінила громади України, багато наших співвітчизників змушені були залишити свої домівки, що спричинило у більшості громад зміну навантаження на критичну інфраструктуру. Не стала винятком для громад сфера поводження з відходами, яка зазнає впливу через руйнування інфраструктури, прибуття внутрішньо переміщених осіб (ВПО), спад економічної активності.

Згідно з даними Міністерства розвитку громад і територій України, станом на 1 червня 2023 року, було знищено й пошкоджено 5% усіх існуючих сміттєзбиральних автомобілів, 17 % усіх біогазових установок, 9% сортувальних ліній. Прямі збитки сфери управління відходами становили 95,36 млн доларів, орієнтовна вартість вивезення будівельного сміття / завалів становила 320,7 млн доларів, а втрата прибутків підприємствами з утилізації сміття – 11,9 млн доларів. Ця оцінка була проведена лише щодо окремих регіонів України, а саме Донецької, Луганської, Харківської, Київської та Чернігівської областей, але вона дає змогу оцінити загальний масштаб потенційних збитків по всій території України.

Однією з основних проблем сьогодення є накопичення та знешкодження побутових відходів. Забруднення навколишнього середовища твердими побутовими відходами зростає значно швидше ніж населення планети. Особливо гострою дана проблема на сьогодні є для України, яка посідає перше місце серед європейських країн за кількістю побутового сміття на людину та рівнем шкідливого впливу полігонів побутових відходів. Накопичення відходів завдає значних екологічних, економічних і соціальних збитків та значно скорочує потенціал екологічної стійкості держави в сучасних умовах господарювання.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Дослідженням різних аспектів розвитку альтернативної енергетики, зокрема виробництва біогазу, присвячені праці ряду науковців: Калетніка Г. М. [1], Мазур К. В. [2], Гонтурука Я. В. [1–2; 4], Дмитрика О. В. [4] та ін. Однак, в умовах подорожчання енергоносіїв та системного забруднення навколишнього середовища питання переробки

твердих побутових відходів на біогаз вимагає поглибленого вивчення, що зумовлює актуальність дослідження.

**Виділення раніше не вирішених частин загальної проблеми.** На сьогодні необхідним є розроблення та обґрунтування напрямів використання потенціалу твердих побутових відходів для виробництва біогазу.

**Формування цілей статті.** Метою статті є розробка заходів з переробки твердих побутових відходів на біогаз та добрива.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Реформуючи територіальну систему управління, необхідно враховувати потенційні загрози, у тому числі політичні, пов'язані з децентралізованим управлінням, а процеси фіскальної децентралізації реалізовувати на тих рівнях управління, на яких можливе ефективно забезпечення населення суспільними благами. Децентралізація повинна стосуватися насамперед локального рівня з фінансовим підкріпленням функцій та відповідальності місцевого самоврядування базових адміністративно-територіальних одиниць, тоді як питання фінансового посилення регіонів повинне розглядатися у більш віддаленій перспективі. Ефективність функціонування локального рівня адміністративно-територіального устрою передбачає існування тісного взаємозв'язку між суб'єктами територіальної громади і ресурсами, які формуються в рамках локальних відтворювальних циклів – фінансові, матеріальні, адміністративні, духовні, людські, природні. Відповідно локальна ресурсна база повинна відображатися у місцевих бюджетах шляхом розширення їх доходної бази за рахунок податків на нерухоме майно, так і на прибуток, що генерується місцевою економікою [5, с. 60].

Одним з першочергових завдань місцевих рад є вирішення питання утилізації та переробки відходів на полігонах ТПВ. Виходячи з сучасної практики управління твердими побутовими відходами в територіальних громадах визначено необхідність розвитку переробки органічної складової відходів для забезпечення екологічної безпеки громади й підвищення рівня енергетичної незалежності через виробництво біогазу певного виду відходів.

Поняття кластерного підходу до групування за географічними ознаками вперше було досліджено М. Портером, який описував «кластер» як сконцентровану за географічними ознаками групу взаємопов'язаних компаній, спеціалізованих постачальників, постачальників послуг, фірм у відповідних галузях, а також пов'язаних із їх діяльністю організацій (університетів, агентств зі стандартизації та торгових об'єднань) у певних областях чи районах, що конкурують і одночасно співпрацюють [6, с. 205]. А. А. Мігранян, надав визначення кластерів як зосередженню найбільш ефективних і взаємопов'язаних груп фірм, які успішно конкурують і утворюють «золотий перетин» (у західній лінгвістичній інтерпретації «diamond – діамант») всієї економічної системи держави й забезпечують конкурентні позиції на галузевому, національному та світовому ринках [7].

У свою чергу вітчизняний науковець М. П. Войнаренко надав визначення організаційній структурі «кластер» як «територіально галузевому добровільному об'єднанню підприємств, що тісно співпрацюють із науковими установами та органами місцевої влади з метою підвищення конкурентоспроможності власної продукції та економічного розвитку регіону» [8, с. 31].

Відповідно, аналізуючи наявні дані та інші тлумачення цього явища, є підстави стверджувати, що кластер – це географічна концентрація економічно пов'язаних організацій, які добровільно поєднуються у територіальні об'єднання та співпрацюють для досягнення спільної мети.

Формування біоенергетичного кластеру на базі полігонів ТПВ для виробництва зрідженого біометану (LBG) (дасть можливість вирішити значну кількість проблем територіальної громади, а саме:

- створити додаткові робочі місця у громаді;
- підвищити енергетичну незалежність громади;
- частково забезпечити інфраструктурні об'єкти громади біометаном у зрідженому вигляді;
- забезпечити аграрних виробників громади органічним добривом – дигестатом і біогумусом.

На нашу думку відповідний кластер має бути сформований на основі розвитку співпраці територіальної громади з населенням у сфері сортування і переробки органічної складової ТПВ (рис. 1):

– міська (селищна) рада проводить роз'яснювальну роботу з населенням з метою формування екологічної свідомості громадян;

– на базі комунальних підприємств, що обслуговують полігони ТПВ створюються сортувальні фабрика, на потужностях яких відбувається сортування відходів і часткове їхнє спалювання;

– органічні відходи з сортувальної фабрики, агарних формувань територіальної громади передаються на біогазовий комплекс з метою подальшої переробки на біогаз, біогумус і дигестат;

– дигестат і біогумус передається для подальшої очистки й реалізації сільськогосподарським підприємством як добрива;

– створюється заправний комплекс з реалізації населенню та підприємствам зрідженого біометану.

З метою забезпечення даного кластеру твердими побутовими відходами нами пропонується реалізація комплексу заходів вдосконалення поводження з ТПВ для соціально-економічного розвитку територіальних громад (рис. 2).

Розвиток матеріально-технічної бази відповідних комунальних підприємств, яке є невід'ємною частиною територіальних кластерів за рахунок закупівлі обладнання для переробки й утилізації ТПВ спричинить зростання витрат з місцевого бюджету. Проте, місцевою владою акцентується увага саме на екологічну складову діяльності цього кластеру – створення іміджу екологічно чистого міста й своєрідної його візитівки, що відповідає основній меті цього проекту – забезпеченню екологобезпечного розвитку громади.

Незважаючи на незначний прибуток, діяльність підприємств матиме позитивний вплив на екологічну ситуацію у громаді. З метою покращення фінансових результатів підприємства планується проводити переробку органічних відходів, які наявні на полігоні, на біогумус і біомасу. Сьогодні однією із найбільш прогресивних технологій для компостування є застосування вермибіоти. Найбільш розповсюдженими є такі види, як: Дендробена, Старатель і Каліфорнійський черв'як.

За результатами досліджень Журавля В. С., доцільно запроваджувати технологію вермикомпостування у господарствах різних форм власності. Така технологія сприятиме підвищенню ефективності переробки органічної сировини різних видів, а також відходів органічного походження з використанням



Рис. 1. Модель територіального кластера орієнтованого на виробництво біогазу з відходів підприємств і домогосподарств (на базі полігонів твердих побутових відходів)



Рис. 2. Етапи реалізація проєкту вдосконалення поводження з ТПВ для соціально-економічного розвитку територіальних громад

Джерело: власна розробка

вермібіоти. Технологія вермикомпостування дозволить отримати цінне органічне добриво – біогумус з оптимальним агрохімічним складом, а одночасне використання вермібіоти

дозволить скоротити терміни компостування майже у 2 рази [9, с. 6, 10].

Також Журавлем В. С. були експериментально обраховані витрати на виробництво

біогумусу за допомогою вермібіоти контейнерним способом. Собівартість виробництва 1 тони біогумусу в такому випадку складатиме 2783 грн/т. Запропоновано автором методу було використано для проведення аналогічних розрахунків для окремо взятого комунального підприємства «Добробут» (табл. 1).

За реалізації всього виробленого біогумусу й 50% вирощеної вермібіоти (ще 50% планується залишати для прискорення компостування) виручка від реалізації планується на рівні 10,5 млн грн за собівартості виробництва 7,85 млн грн (табл. 2).

Реалізація такого сценарію дасть можливість:

- забезпечити сільськогосподарських виробників територіальних громад органічним добривом за помірними цінами;
- частково забезпечити кормом у вигляді вермібіоти рибне господарство й птахопереробні підприємства Вінницької області;
- збільшити врожайність сільськогосподарських культур завдяки удобренню біогумусом;
- підвищити рівень зайнятості населення через створення додаткових робочих місць в місцевих підприємствах;

Таблиця 1

**Затрати на виробництво біогумусу  
за допомогою вермібіоти контейнерним способом, грн/т**

Показник	Контейнерна технологія загалом	Контейнерна технологія у КП «Добробут»
Вартість органічних відходів (кінський гній, солома, зелена маса) на 1 т біогумусу, грн/т	350	-
Транспортування органічних відходів на площадку для компостування, грн/т	68	-
Навантаження органічних відходів, грн/т	85	-
Розкладання органічних відходів у контейнери, грн/т		220
Заселення компосту маточним поголів'ям, грн		500
Догляд за компостом (полив, рихлення, укриття соломою), грн/т		680
Вибірка готового біогумусу, грн/т		350
Пересівання біогумусу, грн/т		420
Інші витрати, грн		110
Всього, грн	2783	2280

*Джерело: [10, с. 20]*

Таблиця 2

**Планові показники економічної ефективності виробництва біогумусу й вермібіоти**

Показник	Значення
Витрати на переробку 1 т органічних відходів, грн	2280
Обсяг органічних відходів, м <sup>3</sup>	5740
Обсяг органічних відходів, т	3444
Вихід біомаси вермібіоти, т	1377,6
Ціна реалізації 1 т біогумусу, грн/т	3000
Ціна реалізації 1 т біомаси вермібіоти, грн/т	15000
Вихід біогумусу, т	2066,4
Плановий обсяг реалізації біогумусу, т	700
Виручка від реалізації біогумусу, млн грн	6,2
Виручка від реалізації біомаси черв'яка, млн грн	10,5
Собівартість виробництва, млн грн	7,85
Прибуток, млн грн	2,65

*Джерело: систематизовано автором на основі [10]*



- перетворити досліджуване підприємство з дотаційного на прибуткове;
- збільшити надходження до місцевого бюджету на 2,65 млн грн щорічно.

Реалізація цих заходів потребує закупівлі маточного поголів'я вермибіоти й укладання контрактів на реалізацію готової продукції сільськогосподарським підприємствам і птахофабрикам України.

У перспективі доцільно розглядати можливість впровадження технологій переробки відходів на біогаз, орієнтовані на внутрішні потреби підприємства через імплементацію досвіду провідних країн світу, що дасть змогу отримати не тільки біодобрива, але й енергетичні ресурси (табл. 3). Виходячи з попередніх досліджень визначено собівартість зрідженого біометану LBG і промислового вуглекислого газу. Об'єм органічної складової полігону ТПВ територіальної громади складає 840 т на рік. Виходячи з досліджень вихід біогазу з органічної складової відходів складає 120 м<sup>3</sup>. У перерахунку на біометан складає 72 м<sup>3</sup>. У перера-

хунку на зріджений LBG (зріджений біометан) з 1 т органічних ТПВ можна отримати 216 л і 162 кг промислового CO<sub>2</sub>. Загальна собівартість функціонування цього комплексу становитиме 3,9 млн грн на рік. Собівартість виробництва зрідженого біометану становитиме 21,49 грн/л за планової реалізаційної вартості 30 грн/л (потрібно зауважити, що ринкова вартість природного зрідженого метану складає 41,64 грн/л). Обсяг промислового CO<sub>2</sub> становитиме 136,1 т, який планується реалізувати за ринкової ціною 5586 грн/т на загальну суму 760 тис. грн. Прибуток планується на рівні 1,86 млн грн на рік. З урахуванням амортизації комплексу, термін окупності складатиме 21 рік, проте може бути зменшений через щорічне подорожчання продукції.

Доцільно зазначити, що в загальній структурі [11], станом на 2021 рік майже 14,0% складають відходи утворені сільськогосподарськими підприємствами, переробними підприємствами АПК та домогосподарствами (рис. 3).

Таблиця 3

**Структура витрат і реалізації основної продукції з полігону ТПВ**

Показник	Обсяг
Об'єм органічної складової відходів, т	840
Вихід біогазу під час анаеробного розпаду органічних речовин на полігоні ТПВ з 1 т/м <sup>3</sup>	120
У перерахунку на біометан, м <sup>3</sup> /1т	72
У перерахунку на LBG, л	216
Загальний вихід LBG, л	181400
Вартість будівництва, млн грн	57,0
Експлуатаційні витрати, млн грн	0,9
Амортизація комплексу, млн грн/рік	3,0
Собівартість, 1 л LBG, грн	21,49
Реалізаційна вартість, 1 л LBG, грн	30
Реалізаційна вартість, LBG, млн грн	5,4
Загальна собівартість LBG, млн грн	3,89
Вартість зрідженого природного метану, грн /л	41,64
Вихід CO <sub>2</sub> з 1 т органічних відходів, кг	162
Загальний вихід CO <sub>2</sub> , т	136,1
Вартість реалізації CO <sub>2</sub> , грн/т	5586
Загальна вартість CO <sub>2</sub> , тис. грн	760,25
Загальна виробнича собівартість CO <sub>2</sub> та LBG, млн грн	3,9
Плановий дохід від реалізації	5,76
Прибуток, млн грн	1,86
Термін окупності – песимістичний сценарій, років	21
– оптимістичний сценарій, років	10

Джерело: власні дослідження

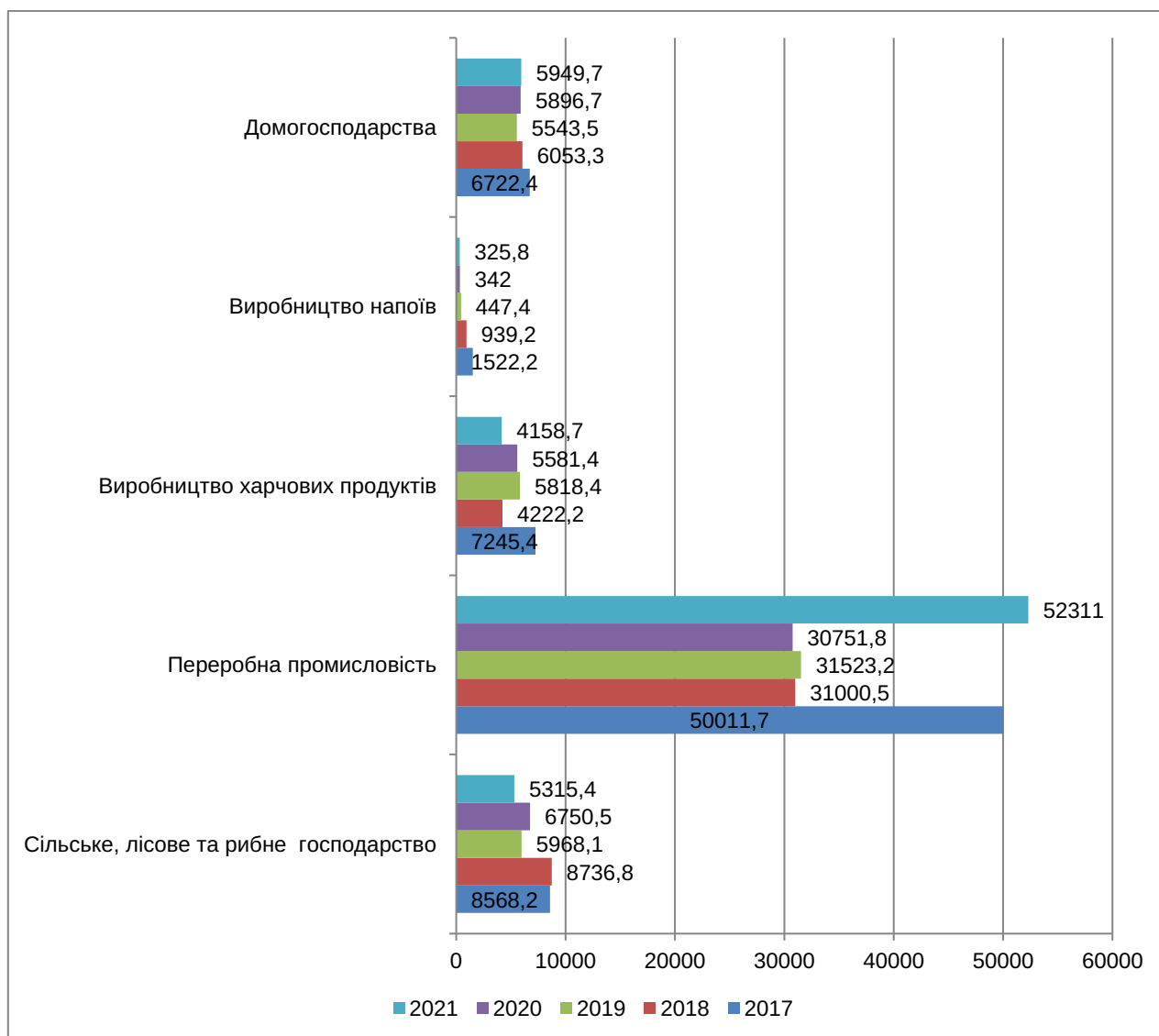


Рис. 3. Утворення відходів внаслідок виробничої діяльності основних галузей АПК та в домогосподарствах, тис. т

Тому, одним із основних напрямів підвищення ефективності процесу такого енергозабезпечення є очищення біогазу від домішок з отриманням повноцінного біометану, який в подальшому може бути використаний у вигляді палива для когенераційних установок та газових ДВЗ, або ж для традиційного споживання населенням через національну газотранспортну систему (ГТС) чи продажу в зрідженому вигляді.

Понад 11 млн т у 2020 році становили побутові відходи домогосподарств і понад 435 млн тон відходи від економічної діяльності [11]. Утилізовано з даного об'єму було лише 25 відсотків. Тому серед найбільш актуальних екологічних проблем в Україні важливе місце займає переробка й утилізація відходів, обсяг яких постійно збільшується.

Водночас, сучасний рівень управління відходами в Україні можна вважати незадовільним через наявність низки принципових недоліків (табл. 4):

- орієнтованість на захоронення відходів, їхнє розміщення на сміттєзвалищах та/або стихійних сміттєзвалищах, більшість з яких не відповідають вимогам екологічної безпеки;
- низький технологічний рівень;
- практично відсутнє впровадження інноваційних технологій.

Отже, сучасний екологічний стан навколишнього середовища й невідповідність структури енергогенерації за постійно зростаючого дефіциту енергоресурсів, обґрунтовує потребу в проведенні наукових досліджень, спрямованих на розробку й упровадження

Таблиця 4

## Основні показники утворення та поводження з відходами

Показники	2010	2015	2018	2019	2020
Утворено, тис. т	425914,2	312267,6	352333,9	441516,5	462373,5
у т.ч. від економічної діяльності	419191,8	306214,3	346790,4	435619,8	456423,8
Утворено відходів на одну особу, кг	9285	7288	8335	10505	11074
Зібрано, отримано побутових і подібних відходів, тис. т	9765,5	11491,8	11857,2	11792,7	12634,9
Імпортовано, тис. т	4,1	3,4	89,4	22,0	2,7
Усього спалено, тис. т	1058,6	1134,7	1028,6	1059,0	1008,0
у т.ч. з метою отримання енергії	840,3	1086,3	951,2	960,1	902,2
Утилізовано, тис. т	145710,7	92463,7	103658,1	108024,1	100524,6
Підготовлено до утилізації, тис. т	...	1940,5	3193,6	2810,4	2641,3
Видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти, тис. т	313410,6	152295,0	169523,8	238997,2	275985,3
Видалено іншими методами видалення, тис. т	24318,0	55248,1	57674,1	57503,1	46768,1
Знешкоджено, тис. т	...	2616,0	212,2	379,9	464,8
Розміщено на стихійних звалищах, тис. т	87,4	14,4	2,5	3,4	...
Експортовано, тис. т	281,3	675,4	190,8	260,6	257,8
Вилучено внаслідок витікання, випаровування, тис. т	1367,6	6,5	6,7	12,0	...
Накопичено відходів протягом експлуатації у місцях видалення відходів на кінець року, млн. т	13267,5	12505,9	12972,4	15398,6	15635,3

Джерело: сформовано авторами на основі [11–12]

високоєфективних систем автономного енергозабезпечення переробних підприємств, що базуються на використанні відновлювальних джерел енергії, зокрема й біогазу.

Стає очевидним, що такі дослідження є стратегічно-важливими й актуальними не лише для формування енергетичної незалежності АПК і забезпечення продовольчої безпеки держави, але й у контексті сталого розвитку національної економіки з подальшою інтеграцією України до складу ЄС.

Використання біомаси відходів і побічної продукції для отримання біогазу й забезпечення енергетичних потреб переробних підприємств є одним із пріоритетних шляхів підвищення рентабельності виробництва, підвищення конкурентоспроможності продукції та покращення рівня енергетичної безпеки відповідної галузі загалом.

Крім того, така практика дозволяє часткове вирішення проблеми екологічного забруднення навколишнього середовища, що гостро стоїть сьогодні, як наслідок недосконалої загальнодержавної політики у сфері поводження з відходами.

У загальній структурі [12], станом на 2020 рік майже 14,0% складають відходи утворені сільськогосподарськими підприємствами, переробними підприємствами АПК і домогосподарствами (табл. 5).

Водночас, основна частина цієї біомаси може бути використана для виробництва біогазу. Загальний об'єм утилізації відходів становив у 2020 році 100,5 млн тонн [11]. В основному, цей об'єм припадав на рециркуляцію або ж утилізацію неорганічних матеріалів (табл. 6).

На жаль практично не застосовувалося компостування органічних відходів насамперед з побутових полігонів. Механіко-біологічному переробленню відходів на установках у 2020 році було піддано понад 15 тис. тон, що на жаль майже у 4 рази менше ніж у 2015 р. [11].

Сталий розвиток сільських територій та громад неможливий без енергоєфективної та екологічнобезпечної складових. Вагому роль при цьому займає ефективний утилізація побутових відходів, яка дозволяє поєднати складові сталого розвитку. У результаті проведеного дослідження можна підсумувати наступне:



Таблиця 5

**Утворення відходів внаслідок виробничої діяльності основних галузей АПК  
і у домогосподарствах, тис. т**

Категорія	2010	2015	2018	2019	2020
Сільське, лісове та рибне господарство	8568,2	8736,8	5968,1	6750,5	5315,4
Переробна промисловість	50011,7	31000,5	31523,2	30751,8	52311,0
у тому числі:					
- виробництво харчових продуктів	7245,4	4222,2	5818,4	5581,4	4158,7
- виробництво напоїв	1522,2	939,2	447,4	342,0	325,8
Від домогосподарств	6722,4	6053,3	5543,5	5896,7	5949,7
Усього по Україні	425914,2	312267,6	352333,9	441516,5	462373,5

*Джерело: сформовано авторами на основі [12]*

Таблиця 6

**Утилізовано відходів від економічної діяльності й у домогосподарствах, тис. т**

Показник	2010	2015	2018	2019	2020
Усього утилізовано	145710,7	92463,7	103658,1	108024,1	100524,6
Компостування органічних відходів	147,4	651,1	671,6	619,8	549,8
Переробка паперу й картону	...	24,0	0,3	0,3	0,3
Рекуперація компонентів, що використовуються для зменшення забруднення	6125,2	13718,7	26649,4	27348,7	36553,7
Обробка ґрунту, що справляє позитивний вплив на землеробство чи поліпшує екологічну обстановку	9244,5	10763,3	12320,3	13263,0	13501,3
Використання відходів, отриманих від будь-якої з вищеперелічених операцій	6438,5	1208,1	1684,1	1731,0	984,1
Усього підготовлено до утилізації	...	1940,5	3193,6	2810,4	2641,3
Обмін відходами для здійснення подальшої утилізації чи видалення	...	34,9	14,2	17,1	2578,4
Сортування відходів	...	163,1	28,2	28,3	32,3
Механіко-біологічне перероблення відходів на установках МБП	...	57,6	65,6	38,1	15,3

*Джерело: сформовано авторами на основі [12]*

Аналіз обсягів утворення відходів від економічної діяльності та в домогосподарствах в Україні показав тенденцію до збільшення, що є негативним показником а питання їх утилізації та переробки ставатиме все більш актуальним.

Повторне використання відходів в Україні є обмеженим, отримання біоенергії з відходів – це скоріш виняток, а не правило.

В Україні є успішні кейси поводження з відходами громад, зокрема, Іллінецька територіальна громада Вінницької області. Складові успіху громади: проведення заходів із формування екологічної свідомості населення, співробітництво з іншими громадами у сфері

поводження з ТПВ, сортування відходів, наявність сміттєпереробного заводу. Унікальна практика рециклінгу пластикових відходів громади власними силами – виробництво тротуарної плитки з подрібнених поліетиленових пакетів та суміші піску. Досвід Іллінецької громади у сфері менеджменту твердих побутових відходів може бути використаний іншими громадами для покращення екологічної ситуації, отримання вторинної сировини [13–15].

На сьогодні не знайшли корисного використання в більшості громад органічні і невитребувані відходи, які доцільно використати на біоенергетичний рециклінг. Невитребувані відходи доцільно переробляти на

RDF-паливо, для чого важливим є ознайомлення з успішними кейсами такого виробництва в європейських громадах. Органічні відходи пропонується використати на виробництво біогазу, що дасть наступний ефект для економіки: підвищить енергетичну незалежність громади; знизить витрати комунальних підприємств на енергоносії; покращить екологічний стан територіальної громади; знизить обсяг викидів парникових газів; забезпечить сільськогосподарських виробників органічними добривами. Основним стримуючим фактором для розвитку біогазового виробництва на полігонах твердих побутових відходів є, насамперед, відсутність державного стимулювання та необхідного обсягу інвестицій. Шляхом державного стимулювання розвитку альтернативної енергетики та дотацій з місцевих бюджетів для відповідних комунальних підприємств можливо досягти вирішення поставлених завдань у короткостроковій перспективі [15].

Для успішного втілення практики ефективного поводження з відходами громад розроблені пропозиції з урахуванням успішного українського кейсів окремих громад, а також враховано енергетичний напрям – виробництво RDF-палива та біогазу – що особливо актуально сьогодні при дефіциті енергетичних ресурсів у громадах у зв'язку з постійними військовими атаками на енергетичну інфраструктуру України.

**Висновки із цього дослідження і подальші перспективи в цьому напрямку.** Показники енергетичного потенціалу біомаси відрізняються від потенціалу інших відновлюваних джерел тим, що крім клімато-метеорологічних умов енергетичний потенціал біомаси залежить ще і від рівня господарської діяльності.

Розвиток сільських територій на засадах зеленої економіки є важливою частиною Спільної сільськогосподарської політики ЄС, яка зміцнює соціальну, екологічну та економічну стійкість сільських територій.

Використання біоенергетичного потенціалу полігонів ТПВ покликане не тільки підвищувати ефективність агропромислового виробництва, а й забезпечувати поступове

зниження негативного впливу господарської та побутової діяльності суспільства на екологічне середовище.

Серед основних напрямків вдосконалення збору переробки та утилізації твердих побутових відходів, визначені, зокрема, наступні:

- розвиток використання біогазу з полігонів ТПВ у поєднанні з підвищенням використання біогумусу з таких в сільському господарстві;

- максимальне скорочення споживання вуглецеємних енергоресурсів і максимізація використання біопалив;

- збільшення сталого виробництва біомаси, біопалива та інших ВДЕ для підтримки реалізації «зеленого» переходу в інших секторах економіки;

- повне заміщення вугільних ТЕС до 2050 року за рахунок розвитку виробництва біопалив, електростанцій на біомасі у поєднанні з новими високоманевровими генеруючими потужностями на біогазі.

Впровадження дієвої системи поводження з ТПВ у територіальних громадах з якісним сортуванням, вдосконаленою логістикою і вторинним використанням відходів за енергетичним і неенергетичним напрямками дасть можливість:

- забезпечити сільськогосподарських виробників ТГ органічним добривом за помірними цінами;

- частково забезпечити кормом у вигляді вермибіоти рибне господарство й птахоперобні підприємства регіонів;

- збільшити врожайність сільськогосподарських культур завдяки удобренню біогумусу;

- підвищити рівень зайнятості населення через створення додаткових робочих місць в територіальних громадах;

- перетворити підприємства з збору та утилізації ТПВ з дотаційних на прибуткові;

- збільшити надходження до місцевого бюджетів територіальних громад.

Практичне значення і наукова новизна роботи полягає у тому, що теоретичні висновки й пропозиції, зроблені у ній, можуть бути використані як доповнення до Стратегій збалансованого розвитку окремих територіальних громад.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Калетнік Г. М., Гонтарук Я. В. Диференціація розвитку галузей переробної промисловості аграрного сектору Вінницької області. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 3 (53). С. 7–23. DOI: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2020-3-1>

2. Мазур К. В., Гонтарук Я. В. Перспективи розвитку виробництва біопалива в особистих селянських господарствах. *Підприємництво та інновації*. 2022. Випуск 23. С. 32–36 DOI: <https://doi.org/10.37320/2415-3583/23.6>
3. Фурман І. В., Дмитрик О. В., Лисогор І. О. Стратегічні напрями розвитку біоенергетичного потенціалу Іллінецької територіальної громади. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2023. Випуск 15. С. 134–143. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.15.16>
4. Гонтарук Я. В. Перспективи розвитку енергозабезпечуючих кооперативів на селі. *Економіка АПК*. 2019. № 11. С. 105–114.
5. Фурман І. В. Напрями впровадження зарубіжного досвіду в систему ефективної роботи органів місцевого самоврядування України в умовах децентралізації влади. *Colloquium-journal*. 2020. № 22 (74). Czesc 2. P. 47–62.
6. Porter, M. (2001), *Competitiveness: learning guide*. Williams, UK.
7. Мігранян А. А. Теоретичні аспекти формування конкурентоспроможних кластерів у країнах з перехідною економікою. *Вісник КРСУ*. 2002. № 3. Режим доступу: <http://www.krsu.edu.kg/vestnik/v3/a15.html>
8. Войнаренко М. П. Концепція кластерів шлях до відродження виробництва на регіональному рівні. *Економіст*. 2020. № 1. С. 29–33
9. Журавель С. В., Поліщук В. О., Кудряк О. І., Кучма М. Л., Музичук О. В., Яремчук Н. В. Технологічні особливості застосування різних видів вермибіоти та їх вплив на процес компостування. *Sciences of Europe*. 2021. № 80–2 (80). С. 3–6. DOI: [10.24412/3162-2364-2021-80-2-3-6](https://doi.org/10.24412/3162-2364-2021-80-2-3-6)
10. Гончарук І. В., Фурман І. В., Дмитрик О. В. Комплексна переробка твердих побутових відходів як шлях вирішення екологічних проблем Іллінецької територіальної громади. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2022. № 1 (59). С. 7–20. DOI: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2022-1-1>
11. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (дата звернення: 29.11.2023).
12. Купчук І. М., Гонтарук Я. В., Присяжнюк Ю. С. Перспективи підвищення рівня енергетичної автономії переробних підприємств АПК України за рахунок виробництва біогазу. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2022. № 3 (118). С. 59–73. DOI: [10.37128/2520-6168-2022-3-8](https://doi.org/10.37128/2520-6168-2022-3-8)
13. Гонтарук Я. В. Перспективи виробництва біогазу на цукрових заводах України. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2022. Випуск 1 (34). С. 69–75. DOI: <https://doi.org/10.32782/easterneurope.34-12>
14. Гончарук І. В., Вовк В. Ю. Виробництво біометану з агробіомаси в Україні: проблеми та перспективи. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022. № 2 (37). С. 65–72. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-10>
15. Honcharuk I., Tokarchuk D., Gontaruk Y., Hreshchuk H. Bioenergy recycling of household solid waste as a direction for ensuring sustainable development of rural areas. *Polityka Energetyczna-Energy Policy Journal*. 2023. Volume 26. Issue 1. P. 23–42. DOI: <https://doi.org/10.33223/epj/161467>.

## REFERENCES:

1. Kaletnik G. M., & Hontaruk Ya. V. (2020) Dyferentsiatsiia rozvytku haluzei pererobnoi promyslovosti ahrarnoho sektoru Vinnytskoi oblasti [Differentiation of development of branches of processing industry of agrarian sector of Vinnytsia region]. *Economics, finance, management: topical issues of science and practical activity*, vol. 3 (53), pp. 7–23. DOI: [10.37128/2411-4413-2020-3-1](https://doi.org/10.37128/2411-4413-2020-3-1)
2. Mazur K. V., Hontaruk Y. V. (2022) Perspektyvy rozvytku vyrobnytstva biopalyva v osobystykh selianskykh gospodarstvakh [Prospects for the development of biofuel production in personal peasant farms]. *Pidpryemnytstvo ta innovatsii*, vol. 23, pp. 32–36.
3. Furman I. V., Dmytryk O. V., Lysohor I. O. (2023). Stratehichni napriamy rozvytku bioenerhetychnoho potentsialu Illinetskoi terytorialnoi hromady [Strategic directions for the development of the bioenergy potential of the Illinets territorial community]. *Tavriyskiy naukovyi visnyk. Seriya: Ekonomika*. Vypusk 15. P. 134–143. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.15.16>
4. Hontaruk Ya. V. (2019) Perspektyvy rozvytku enerhozabezpechuyuchykh kooperatyviv na seli [Prospects for the development of energy supply cooperatives in rural areas]. *Ekonomika APK – Economics of agro-industrial complex*, 11, 105–114. (in Ukrainian)
5. Furman, I.V. (2020). Napriamy vprovadzhennia zarubizhnoho dosvidu v systemu efektyvnoi roboty orhaniv mistsevoho samovriaduvannia Ukrainy v umovakh detsentralizatsii vlady. [Directions of introduction of foreign experience into the system of effective work of local self-government bodies of Ukraine in the conditions of decentralization of power]. *Colloquium-journal*, 2, 47–61 [in Ukrainian].
6. Porter, M. (2001), *Competitiveness: learning guide*. Williams, UK.

7. Mihranian A. A. (2002). Teoretychni aspekty formuvannia konkurentospromozhnykh klasteriv u krainakh z perekhidnoiu ekonomikoiu [Theoretical aspects of the formation of competitive clusters in countries with a transition economy]. *Visnyk KRSU*. № 3. Rezhym dostupu: <http://www.krsu.edu.kg/vestnik/v3/a15.html>
8. Voinarenko M. P. (2020). Kontseptsii klasteriv shliakh do vidrozhennia vyrobnytstva na rehionalnomu rivni [The concept of clusters is a way to revive production at the regional level]. *Ekonomist*. 2020. № 1. P. 29–33.
9. Zhuravel, S. V., Polishchuk, V. O., Kudliak, O. I., Kuchma, M. L., Muzychuk, O. V., & Yaremchuk, N. V. (2021). Tekhnolohichni osoblyvosti zastosuvannia riznykh vydiv vermybioty ta yikh vplyv na protses kompostuvannia [Technological features of different types of vermibiota and their influence on the composting process]. *Sciences of Europe*, 80–2 (80), 3–6. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-80-2-3-6 [in Ukrainian].
10. Honcharuk I. V., Furman I. V., Dmytryk O. V. (2022). Kompleksna pererobka tverdykh pobutovykh vidkhodiv yak shliakh vyrishennia ekolohichnykh problem Ilyinetskoï terytorialnoi hromady [Complex processing of solid household waste as a way to solve environmental problems of Ilyinets territorial community]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky*, vol. 1 (59), pp. 7–20. [In Ukrainian].
11. Ofitsiinyi sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Official website of the State Statistics Service of Ukraine]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (data zvernennia: 20.04.2023).
12. Kupchuk I. M., Hontaruk Ya. V., Prysiazhniuk Yu. S. (2022). Perspektyvy pidvyshchennia rivnia enerhetychnoi avtonomii pererobnykh pidpriemstv APK Ukrainy za rakhunok vyrobnytstva biohazu [Prospects for increasing the level of energy autonomy of processing enterprises of the agro-industrial complex of Ukraine due to biogas production]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*. № 3 (118). P. 59–73. DOI: 10.37128/2520-6168-2022-3-8
13. Hontaruk Ya. V. (2022). Perspektyvy vyrobnytstva biohazu na tsukrovykh zavodakh Ukrainy [Prospects for biogas production at sugar factories in Ukraine]. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia*. Vypusk 1 (34). pp. 69–75. DOI: <https://doi.org/10.32782/easterneurope.34-12>
14. Honcharuk I. V., Vovk V. Iu. (2022). Vyrobnytstvo biometanu z ahrobiomasy v Ukraini: problemy ta perspektyvy [Production of biomethane from agrobiomass in Ukraine: problems and prospects]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. № 2 (37). P. 65–72. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-10>.
15. Honcharuk I., Tokarchuk D., Gontaruk Y., Hreshchuk H. (2023). Bioenergy recycling of household solid waste as a direction for ensuring sustainable development of rural areas. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*. Volume 26. Issue 1. P. 23–42.